

**18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 102 13 105 A 1

⑤ Int. Cl.⁷:
B 60 L 11/12
H 02 J 7/00

(21) Aktenzeichen: 102 13 105.8
(22) Anmeldetag: 23. 3. 2002
(43) Offenlegungstag: 7. 11. 2002

DE 102 13 105 A 1

Ⓢ Innere Priorität:

101 15 834.3	31. 03. 2001
101 31 737.9	03. 07. 2001
102 06 570.5	18. 02. 2002

⑦ **Anmelder:**

Leiber, Heinz, 71739 Oberriexingen, DE

⑦④ Vertreter:

**LENZING GERBER Patentanwälte, 40470
Düsseldorf**

⑦ Erfinder:

gleich Anmelder

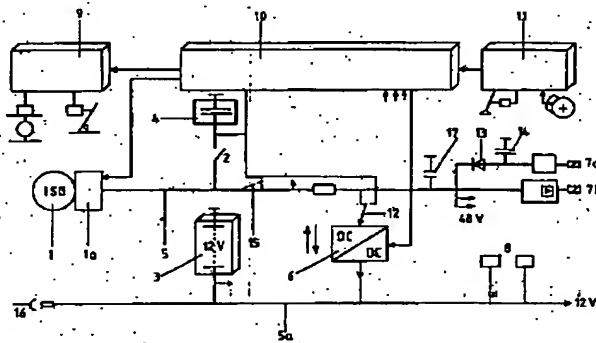
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Antrieb für ein Kraftfahrzeug

57) Es wird ein Antrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor beschrieben, das folgende Komponenten aufweist:

- einen integrierten Startergenerator (1)
- ein Hochspannungsbordnetz (5)
- einen Energiespeicher (4)
- wenigstens eine Batterie (3).

Es sind Schaltelemente und eine Steuerung vorgesehen, die die Komponenten in Abhängigkeit vom Fahrzeugverhalten, bzw. der Spannung/Ladung des Energiespeichers zwischen verschiedenen Schaltzuständen der Komponenten umschalten.



DE 102 13 105 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Antrieb für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiger Antrieb mit diesen Komponenten ist aus der MTZ 3/2001 und zwar aus dem Editorial bekannt.

[0003] Aus der DE 197 49 548A1 ist ein Antrieb bekannt, bei dem zusätzlich zu einer üblichen Batterie ein Energiespeicher eingesetzt wird, der während des Schubbetriebs des Fahrzeugs von dem Generator aufgeladen wird. Diese geladene Energie wird in Fahrsituationen mit hohem Verbrauch ins Bordnetz eingespeist und zusätzlich wird der Generator entregt.

[0004] Mit der Einführung eines Kurbelwellenstartergenerators (KSG) oder, was gleichbedeutend ist, eines integrierten Startergenerators (ISG) steht für das 42 V-Bordnetz ein starker Generator zur Verfügung, der auch als starker Elektromotor betrieben werden kann. Ein solcher Startergenerator kann auch durch Riemenantrieb angetrieben sein. Dieser wird mit RSG bezeichnet. Integriert bedeutet, ausgerüstet zur Verwendung als Generator und als Motor.

[0005] Verschiedene Untersuchungen aus letzter Zeit zeigen bei heute üblichen Fahrzyklen eine Verbrauchersparnis durch Rückgewinnung der Bremsenergie, der sogenannten Rekuperation von 15–25%.

[0006] Bei der Durchführung der Rekuperation stellt der Energiespeicher ein Problem dar und zwar hinsichtlich der Zyklenbelastung und des Wirkungsgrads beim Laden und Entladen. Die VDI-Berichte zeigen im Heft 1547 des Jahres 2000 Seite 492 eine Übersicht über die möglichen elektrischen Speicher. Danach ist nur der Doppelschichtkondensator DLC in der Lage eine genügende Reichweite zu erzielen. Problem ist bei DLC seine relativ geringe Energiespeicherung. Im Gegensatz hierzu hat die 12 V-Batterie hat diese einen höheren Innenwiderstand, was insbesondere bei tiefen Temperaturen zu hohen Spannungsabfällen führt, so dass nur eine erheblich reduzierte Startleistung zur Verfügung steht. Andererseits benötigt der KSG, bzw. ISG eine höhere Startleistung, um den Motor auf eine höhere Startdrehzahl zu bringen, was eine geringere Schadstoffemission zur Folge hat. Auch hierfür bietet der Doppelschichtkondensator bei richtiger Schaltung Vorteile und es ist bekannt, ihn deshalb als separaten Startspeicher einzusetzen. Darüber hinaus ist bei einem 42 V-Bordnetz der Fremdstart zu beachten. Die Infrastruktur stellt bei der Einführung des 42 V-Bordnetzes keine externe Spannungsversorgung zur Verfügung. Daher muss über einen 12/36 V DC/DC-Konverter die 36 V-Batterie geladen werden. Bei einer leeren, z. B. 25 Ah 36 V-Batterie muss zum Starten mindestens 30% Ladung = 7,6 Ah vorhanden sein. Dies dauert bei einem teuren 1,4 kW-Konverter elf Minuten, was dem Fahrzeugbetreiber nicht zugemutet werden kann.

[0007] Es ist bereits vorgeschlagen worden ein Fahrzeug mit zwei Bordnetzen und entsprechend zwei Batterien auszurüsten, von denen das eine 42 V und das andere 14 V Betriebsspannung und entsprechend 36 V und 12 V Batteriespannung aufweist (sh. z. B. VDI-Berichte Nr. 1547, 2000 S. 477ff).

[0008] Aus dem Buch "The New Automotive 42 V-Power Net" von Alfons Graf erschienen im Expert Verlag, Seiten 59ff ist ein Antrieb bekannt, bei dem dem integrierten Startergenerator als Energiespeicher ein Ultra Cap zugeordnet ist. Startergenerator und Ultra Cap sind mit einem Hochspannungsbordnetz (30 bis 48 V) verbunden. Es ist auch ein Niederspannungsbordnetz (12 bis 14 V) vorgesehen. Dieses Niederspannungsbordnetz weist eine 12 V-Batterie auf und es ist über einen Gleichspannungskonverter (DC/DC) mit

dem Hochspannungsbordnetz verbunden.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem eingangs geschilderten Grundaufbau durch geschickten Einsatz der Elemente dieses Aufbaus die Speicherenergie besser zu nutzen, bzw. insgesamt Antriebsenergie einzusparen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0011] Die Unteransprüche enthalten Weiterbildungen.

[0012] Der Ausdruck Fahrbetrieb kann hierbei ein Fahren mit einer gleichbleibenden oder ansteigenden Geschwindigkeit bedeuten. Bei einer anschließenden Bremsung, bzw. Fahrzeugverzögerung auf z. B. Stillstand soll der Speicher über das Powermanagement möglichst voll geladen werden.

[0013] Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Es zeigen:

[0014] Fig. 1 den Aufbau des Antriebs mit einer Batterie,

[0015] Fig. 2 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Funktion,

[0016] Fig. 3 die Lade-/Entladekurve des Ultra Cap,

[0017] Fig. 4 die räumliche Anordnung des Energiespeichers,

[0018] Fig. 5 eine Gegenüberstellung verschiedener bekannter und vorgeschlagener Konzepte mit der erfindungsgemäßen Ausbildung,

[0019] Fig. 6 bis 8 Aufbauten des Antriebs mit zwei Batterien, bzw. einer Batterie im 42 V-Bordnetz,

[0020] Fig. 9 einen Aufbau mit einer Doppelbatterie,

[0021] Fig. 10 einen Aufbau, bei dem sich nur der Energiespeicher im Hochspannungsbordnetz befindet und alle Verbraucher im Niederspannungsbordnetz untergebracht sind.

[0022] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem integrierten Startergenerator (ISG) 1, einer 12 V-Batterie 3, sowie einen Doppelschichtkondensator 4, z. B. einen Ultra Cap. Der ISG 1 versorgt über die Verbindung 5 das 42 V-Bordnetz und über einen 42/12 V-Konverter 6 das 12 V-Netz 5a. An den Netzen sind Verbraucher 7a und 7b und 8 angeschlossen. Mit 9 ist die Motorsteuerung bezeichnet. Der Ultra Cap 4 hat:

einen guten Wirkungsgrad (>95%),

eine hohe Strombelastung und

einen geringen Innenwiderstand.

[0023] Er kann über einen Schalter 2 mit dem ISG 1 und dem 42 V-Bordnetz verbunden werden. Eine wichtige Funktion in diesem Konzept kommt der als Powermanagement 10 bezeichneten Steuerung zu, die folgende Aufgaben hat:

- Steuerung des Bremsmanagements 11 in der Weise, dass der Fahrerwunsch zur Abbremsung umgesetzt wird und zwar teilweise durch die mechanische Reibkraftbremse und teilweise durch die elektrische Bremse mittels des Startergenerators 1, wobei der elektrische Speicher 4 vom Generator aufgeladen wird.

- Steuerung des Motormanagements 9, während der Entladung des Speichers in den elektrischen Antrieb (ISG 1) dergestalt, dass der Fahrerwunsch in elektrischen Antrieb und Antrieb über den Verbrennungsmotor aufgeteilt wird.

- die Batterie 3 hinsichtlich der Zustände SOH (Batteriezustands) und SOC (Ladezustands) zu überwachen und den Generator entsprechend der notwendigen Stromversorgung zu steuern.

- Auswertung der verschiedenen Messstellen und Einschaltung des Spannungskonverters 6.

- den Ultra Cap und das Bordnetz über die Schalter 2 und den Schalter 1a zu schalten.

- die DC-Konverter bedarfsabhängig zu steuern.

- bei abgestelltem Fahrzeug durch ein Ruhestrommanagement den Entladestrom des Ultra Cap 4 durch kurzzeitiges Zuschalten der Batterie auszugleichen und gegebenenfalls andere Steuergeräte abzuschalten.
- die verschiedenen Schaltungen von Ultra Cap und Bordnetz vorzunehmen und die Ladung und Entladung des Ultra Cap einzuleiten.

[0024] Tritt ein Bremsvorgang ein, so wird der ISG 1 durch den Pulswechselrichter im Block 1a kurzzeitig auf nahezu 0 Ausgangsstrom geschaltet und anschließend wird der Schalter 2 geschlossen. Daraufhin wird der ISG 1 auf volle Generatorleistung zur Ladung des Ultra Cap 4 geschaltet. Nach Abschluss des Bremsvorganges oder bei vollem Speicher wird der ISG 1 abgeschaltet. Im anschließenden Fahrbetrieb wird der ISG 1 als Elektromotor betrieben, wobei die Ladung des Ultra Cap 4 zu dessen Antrieb und für das Bordnetz benutzt wird. Ist die Ladung umgesetzt, z. B. Entladung bis auf 30 Volt, so wird der Strom zum Motor durch den Schaltblock 1a abgeschaltet. Anschließend wird der Schalter 2 geöffnet und der Generator versorgt dann gesteuert vom Powermanagement 10 das Bordnetz. Hier zeigt sich der Vorteil der getrennten An- und Abschaltung des Ultra Cap 4, wobei nahezu der volle Spannungsbereich umgesetzt wird. Die kurzzeitige Abschaltung ist notwendig, damit die Hochstromschalter durch den Schaltvorgang nur wenig belastet werden. Man könnte für diese Schalter auch Relais verwenden, da deren Übergangswiderstand erheblich kleiner als der von Mosfets ist. Dieser Vorgang wird anhand der Fig. 2 noch näher beschrieben.

[0025] Bei der Ausbildung der Fig. 1 ist der Gleichstromkonverter 6 bidirektional ausgebildet und wird alternativ zum Laden der Batterie 3, bzw. zur Aufladung des Ultra Cap 4 benutzt. Hierfür ist ein Schalter 12 vorgesehen.

[0026] Der Konverter 6 ist im Normalfall über den Schalter 12 an die Generatorleitung 5 angeschlossen. Zur Nutzung der Rekuperationsenergie bis zu niedrigen Spannungen, bzw. zur Aufladung des Energiespeichers 4 zum Starten wird er umgeschaltet.

[0027] Der DC-Konverter kann für die Umschaltung des Speichers 4 auch kurzzeitig ausgeschaltet werden.

[0028] Von der Generatorleitung 5 werden neben dem Konverter 6 auch die 42-48 V Verbraucher versorgt. Hier sind zwei unterschiedliche Verbraucherklassen zu unterscheiden:

- solche 7a, die in einem höheren Spannungsbereich arbeiten, z. B. die elektromagnetische Ventilsteuerung (30-48 V). Für diese wird für die Phase der Rekuperation mit kleinerer Versorgungsspannung (<30 V) die Energie für eine höhere Spannungsversorgung in einem Kondensator 15 gepuffert und über eine Diode 13 getrennt. Alternativ könnten diese über den umgeschalteten DC-Konverter mit 42 V aus dem 12 V-Batteriespeicher versorgt werden
- solche 7b, die auch im Bereich <30, z. B. 15-20 V noch betrieben werden können, wie z. B. Heizung und Lüftermotoren. Diese können auch kurzzeitig während der Rekuperation abgeschaltet werden oder mit kleinerer Leistung betrieben werden.

[0029] Bei Bedarf kann an die zu den Lasten 7a und 7b führende Leitung ein Pufferkondensator 17 eingebaut werden, um Spitzenlasten in der Rekuperationsphase auszugleichen und die Welligkeit der Versorgungsspannung zu glätten.

[0030] Man kann dem Energiespeicher 4 einen weiteren Energiespeicher parallel schalten und diesen nur zur Fahr-

zeugbeschleunigung einsetzen. Auch kann man die Entladungssteuerung so auslegen, dass der Energiespeicher eine Restladung für eine folgende Beschleunigungsphase behält.

[0031] Fig. 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung während der Rekuperation. Zum Zeitpunkt T_1 kommt vom Powermanagement das Rekuperationssignal. Danach wird kurzzeitig (10-20 ms) der Generator 1 von den 42 V Lasten abgeschaltet und der Schalter 2 zum Ultra Cap geschlossen. Hierbei fällt die Versorgungsspannung 4 des 42-49 V Netzes auf die untere Spannung (z. B. 20 V) des Ultra Cap. Nach der danach erfolgenden Einschaltung des Startergenerators 1 erfolgt eine Aufladung des Ultra Cap 4 bis 48 V, wenn genügend Bremsenergie geliefert wird. Ist diese Spannung erreicht oder wird vorher die Energieeinspeisung beendet, so wird der Startergenerator abgeschaltet und die gespeicherte Energie wird bis zum Erreichen einer unteren Spannungsgrenze von z. B. 30 V dem 42-48 V Netz zugeführt. Nunmehr wird der Startergenerator 1 bei T_2 wieder eingeschaltet und das 42 V Hochspannungsnetz wird z. B. mit der oberen erlaubten Spannung mit 48 V betrieben. In der Phase der Energieabgabe durch den Ultra Cap 4 wird der integrierte Startergenerator 1 als Elektromotor wirksam gemacht. Eine Zeitspanne ΔT bevor bei T_2 die Einschaltung des Generators 1 erfolgt, werden kurzzeitig die 42 V Verbraucher 7a und 7b abgeschaltet, damit der Schalter 2 beim Umschalten nicht belastet ist. Hierzu kann in der Generatorleitung 5 gegebenenfalls zusätzlich ein Schalter 15 eingebaut sein, damit der Zustand "nahezu kein Stromfluss" während der Umschaltung sichergestellt ist. Dieser Schalter hat auch den Vorteil, dass die 42 V-Verbraucher 7a und 7b in der Rekuperationsphase von dem Konverter 6 mit 42 V versorgt werden. Wegen der begrenzten Leistung können nicht alle Verbraucher eingeschaltet werden. Die Speicherkondensatoren 14 und 17 können damit sehr klein bemessen werden. Bei 48 V Spannung ist ein erheblich besserer Wirkungsgrad von Synchronmaschinen und allen indirekten Lasten inklusive Motoren gegeben, wenn Sie mit gleicher Leistung betrieben werden, da bei entsprechend kleinerem Strom und gleichem Widerstand die Verlustleistung der Gleichung $1\% = i^2 \cdot R$ folgt. Außerdem kann auch eine höhere Leistung mit höherer Spannung genutzt werden, was Vorteile für die Scheibenheizung beim Starten bringt. Wenn z. B. bei tiefen Temperaturen der Ultra Cap 4 über den DC-Konverter auf 48 V geladen ist, so ist die Starterspannung aufgrund des kleineren Innenwiderstands im Vergleich zur Batterie nahe zu doppelt so hoch. Mit 8 sind weitere Verbraucher bezeichnet, die dem Niederspannungsbordnetz zugeordnet sind. Mit 16 ist der Punkt bezeichnet, über den ein Fremdstart erfolgen kann.

[0032] Zum Zeitpunkt T_2 wird der Konverter 6 mit dem Ultra Cap 4 verbunden, um die gespeicherte Energie weiter bis ca. 15-20 V zu nutzen. Nach Erreichung dieser Spannung wird der DC-Konverter 6 wieder an die Leitung 5, also auf die höhere Spannung geschaltet, um das 12 V-Netz zu versorgen. Auch hier kann zur Entlastung der Kontakte der DC-Konverter kurzzeitig abgeschaltet werden. Als Alternative zum Schalter können auch Mosfet verwendet werden. Nach dem Stand der Technik ist der Übergangs- oder Verlustwiderstand allerdings um das 20-50-fache höher.

[0033] Zum Zeitpunkt T_1' erfolgt die nächste Rekuperation. Man kann im günstigsten Fall davon ausgehen, dass der mittlere Zeitabstand bis zur nächsten Rekuperation um den Faktor 10 größer ist als die Rekuperationsphase R.

[0034] In der Rekuperationsphase R ist gestrichelt der Spannungsverlauf der Verbraucher 7a mit dem Puffer 13/14 eingezeichnet. Strichpunktiert ist der Verlauf gezeichnet, wenn bei der Rekuperation beim Aufladen nicht die maximale Spannung erreicht wird. Der Ablauf ist dabei derselbe:

Nach Ende der Einspeisung in den Ultra Cap, z. B. nach Zurücknahme des Bremspedals wird der Generator 1 abgeschaltet und erst wieder eingeschaltet, wenn die oben genannte Spannungsgrenze von z. B. 30 V erreicht ist.

[0035] Liegt das Ende der Rekuperation unter 30 V, so wird nur kurzzeitig der ISG 1 und die 42 V Verbraucher abgeschaltet, damit der Schalter 2 stromlos umgeschaltet werden kann. Auch wenn der Schalter 15 verwendet wird, ist in der Umschaltphase der ISG 1 abgeschaltet. Sobald Schalter 2 offen ist, wird der Schalter 15 wieder geschlossen.

[0036] Sollte innerhalb der Rekuperation ein Verbraucher mit hoher Priorität, z. B. die Servolenkung in der Phase niedriger Spannung z. B. bei T₃ mit hoher Leistung, z. B. bei entsprechendem Lenkmanöver versorgt werden müssen, so erfolgt unmittelbar nach der kurzzeitigen Abschaltung des Generators 1 und der 42 V Lasten die Abschaltung des Ultra Caps 4 und Umschaltung auf volle Generatorspannung im Bordnetz. In der Phase der Umschaltung wird die Servolenkung über einen Kondensator 17 entsprechend dem der Verbraucher 7a versorgt.

[0037] Fig. 3 zeigt die Entlade/Ladekennlinie des Ultra Cap 4. Hier ist deutlich die größere nutzbare Energiemenge E₂ bei großem Spannungshub (48 V–20 V) im Vergleich zu E₁ zu sehen. Wenn nach dem Stand der Technik der Ultra Cap parallel zu Batterie geschaltet ist, kann er nur in einem schmalen Spannungsbereich, z. B. 42–36 V genutzt werden wegen der oberen und unteren Spannungsgrenze der Batterie.

[0038] Fig. 4 zeigt die örtliche Anordnung des Ultra Cap 4 im Ansaugrohr 20 und in der Nähe des Startergenerators 1'. Da bei der Rekuperation große Ströme fließen, ist es vorteilhaft den Ultra Cap in der Nähe des Generators 1' anzubringen. Hier bietet sich besonders das Saugrohr 20 an, da die Ansaugluft relativ kühl ist. Der Ultra Cap kann auf einer Aluminiumplatte 21 z. B. mit Kühlrippen montiert werden.

[0039] Fig. 5a bis 5c zeigen verschiedene Speicherkonzepte für die Rekuperation im Vergleich mit der Erfindung (Fig. 5d).

[0040] Fig. 5a zeigt eine Lösung nur mit einer Batterie. Bei der Rekuperation fällt die Spannung von 42 V auf ca. 37 V ab. Die obere Spannung ist durch die Belastbarkeit der Batterie gegeben und liegt im Bereich 42 V.

[0041] Fig. 5b zeigt eine Lösung entsprechend der älteren Anmeldung 101 158 34. In der Rekuperationsphase werden hier die Verbraucher von einer 36 V Batterie 30 versorgt. In der Rekuperationsphase ist die Spannung des Ultra Cap 34 niedriger. Der Energieverbrauch erfolgt vorwiegend über den Motor.

[0042] Fig. 5c zeigt die im Stand der Technik beschriebene Lösung mit Ultra Cap 35 im 42 V Netz. Hier wird bei der Rekuperation der Ultra Cap 35 auf die maximale Spannung von 48 V geladen und anschließend bei abgeschaltetem Generator die Energie rückgeführt bis 42 V erreicht sind. Es wäre auch möglich wie gestrichelt gezeichnet den Ultra Cap auf eine niedrige Spannung zu entladen und erst bei der nächsten Rekuperation wieder zu laden. Hier wäre aber über längere Zeit eine niedrige Bordnetzspannung mit schlechten Wirkungsgrad gegeben, wenn gleiche Leistung verlangt wird. Dies ist für viele Verbraucher, wie elektrische Servolenkung oder elektromagnetische Ventilsteuerung ungünstig.

[0043] Fig. 5d zeigt die in Fig. 1 und 2 beschriebene, erfindungsgemäße Lösung, welche die Energie wegen des großen Spannungshubs (48 V bis 15 V), erheblich besser umsetzt, da hier keine Batterie im 42 V Netz die Spannung begrenzt. Sie weist eine hohe mittlere Nennspannung von ca. 48 V und damit einen hohen Wirkungsgrad des Startergenerators und z. B. der elektromagnetischen Ventilsteuer-

ung auf. Bei Fremdstart ist die Ladezeit des Energiespeichers weniger als 20% im Vergleich zur Batterie. Die Verwendung des Ultra Cap zum Starten anstatt einer Batterie bringt eine hohe Leistungsverbesserung.

[0044] Bei dem Konzept der Fig. 5c wird im Gegensatz zur Erfindung die Speicherenergie schlecht genutzt, da nur ein geringer Spannungshub ausgenutzt wird. Außerdem ist für die Speicherung der Energie hier ein größerer Speicher notwendig, was ein größeres Gewicht und größeres Volumen bedeutet. Gegenüber dem Konzept der Fig. 5b wird bei der Erfindung eine Batterie eingespart, also die Kosten, das Gewicht und das Einbauvolumen reduziert. Auch wird bei der Erfindung, da keine 42 V Batterie vorgesehen ist, die Betriebsspannung nicht auf 42 V begrenzt.

[0045] Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit integriertem Startergenerator (ISG) 41, eine 36 V-Batterie 42, eine 12 V-Batterie 43, sowie einen Doppelschichtkondensator 44, z. B. einen Ultra Cap. Der ISG 41 versorgt über die Verbindung 45 das 42 V-Bordnetz und über einen 42/14 V-Konverter 46 das 14 V-Netz. An den Netzen sind Verbraucher 47 und 48 angeschlossen. Mit 49 ist die Motorsteuerung bezeichnet, welche über den Schalter S_m mit dem 42 V-Netz verbunden werden kann. Der Ultra Cap 44 kann über Schalter S_R und S_G mit dem ISG 1 und dem 42 V-Bordnetz verbunden werden. Eine wichtige Funktion in diesem Konzept kommt, wie vom beschriebenen als Powermanagement 50 bezeichneten Steuerung zu.

[0046] Tritt ein Bremsvorgang ein, so wird der ISG 41 durch den Block 41a kurzzeitig auf nahezu 0 Ausgangsstrom geschaltet und anschließend wird der Schalter S_R geschlossen und der Schalter S_G geöffnet. Daraufhin wird der ISG 41 auf volle Leistung zur Ladung des Ultra Cap 44 geschaltet. Nach Abschluss des Bremsvorganges oder bei vollem Speicher wird der ISG 41 durch Öffnen von S_R wieder abgeschaltet. Im anschließenden Fahrbetrieb wird der ISG 41 als Elektromotor betrieben, wobei die Ladung des Ultra Cap 44 zu dessen Antrieb und gegebenenfalls für das Bordnetz benutzt wird. Ist die Ladung umgesetzt, z. B. Entladung bis auf wenige Volt, so wird der Strom zum Motor im Schaltblock 41a kurzzeitig abgeschaltet. Anschließend wird der Schalter S_R geöffnet und S_G geschlossen, so dass der Generator wieder das Bordnetz bedarfsgesteuert vom Powermanagement versorgt. Auch hier zeigt sich der Vorteil der getrennten An- und Abschaltung des Ultra Cap 44, wobei nahezu der volle Spannungsbereich umgesetzt wird.

[0047] Während der Rekuperation versorgen beide Batterien 42 und 43 ihre Verbraucher 47 bzw. 48. Da die Rekuperationsphase kurz gegenüber dem Normalbetrieb ist, ist die Energieaufnahme aus den Batterien im Mittel nur ca. 0,1 Ah, was die Batterie in der sogenannten Zyklientiefe wenig beansprucht. Darüber hinaus können starke Verbraucher, wie die Heizungen in dieser Rekuperationsphase gedrosselt oder gar abgeschaltet und anschließend gegebenenfalls als Ausgleich mit mehr Leistung versorgt werden, was durch entsprechende Änderung des getakteten Betriebes möglich ist.

[0048] Es ist auch möglich durch entsprechende Schaltung der Schalter S_R und S_G in der Antriebsphase des Motors mittels des Ultra Cap das 42 V-Bordnetz vom Ultra Cap abzuschalten. Dagegen kann beim Laden das 42 V-Bordnetz über eine nicht dargestellte Diode oder einen Mosfet versorgt werden, bis der Ultra Cap geladen ist.

[0049] Anstelle der vollen Entladung über den elektrischen Antriebsmotor kann auch über die Leitung 45 der DC/DC-Konverter 46 und damit die Batterie 43 teilweise vom Ultra Cap 44 versorgt werden. Es ist auch denkbar, dass beide Bordnetze in Abhängigkeit von der Spannungslage vom Ultra Cap versorgt werden.

[0050] Der Ultra Cap 44 wird auch zum Starten verwendet. Ist der Fahrzeugmotor stillgesetzt, so kann über die Endstufe 53 oder einen entsprechenden Schalter der Ultra Cap 44 von der Batterie 42 aufgeladen werden. Bei längerem Stand wird der relativ kleine Entladestrom von ca. 1 mA in größeren Zeitabständen von der Batterie 42 ausgeglichen. Wird hierdurch eine gewisse Entladung erreicht, z. B. 50%, so erfolgt der Ausgleich nachfolgend aus der Batterie 43 und zwar über einen vom Powermanagement gesteuerten DC/DC-Konverter 54. Ist auch in dieser Batterie 43 nur noch ca. 50% Ladung vorhanden, so wird auch hier der Ausgleich abgeschaltet. Dies ist erst nach ca. 24 Monaten Stillstand der Fall. Bei der Entladung ist zusätzlich der Ruhestromverbrauch der z. B. sicherheitsrelevanten Systeme, wie Diebstahlwarnung usw. zu berücksichtigen.

[0051] Abhängig vom Ladezustand werden die Ruhestromverbraucher durch ein Ruhestrommanagement in einer festgelegten Reihenfolge abgeschaltet, wobei als letzte System, z. B. die Diebstahlsicherung abgeschaltet wird. Diese Abschaltung wird vom Powermanagement 50 durchgeführt, wobei intelligente Stromverteiler zur Durchführung notwendig sind.

[0052] Die Ausführungen zeigen, dass auch beim Ausfall einer Batterie der Ultra Cap 44 immer startfähig ist. In Betracht des kleinen Innenwiderstands des Ultra Cap 44 genügt eine Auslegung mit weniger Zellen auf eine niedrige Klemmenspannung von z. B. 30 V. Damit ist bei entsprechender Kapazität immer, insbesondere aber bei tiefen Temperaturen, eine deutlich höhere, z. B. 2-fache Startleistung im Vergleich zur konventionellen 36 V-Batterie gegeben, da hier die Klemmenspannung bei den hohen Startströmen des ISG viel stärker abfällt als beim Ultra Cap.

[0053] Der Ultra Cap 44 ist in seiner Speicherkapazität auf eine Rekuperation ausgelegt, die z. B. 0,8 Ah entsprechend 5 kW über 20 s Abbremsung entspricht. Dies entspricht einem Spannungsbereich von 0–30 V. Dies hat den Vorteil, dass die Speicherladezeit bei Ausfall beider Batterien nur ca. eine Minute dauert, im Vergleich zu 11 Minuten beim eingangs erwähnten Fall. Dies eröffnet auch die Möglichkeit einen erheblich kostengünstigeren DC-Konverter mit geringerer Leistung einzusetzen. Sind beide Batterien ausgefallen, so wird über den Fremdstartstützpunkt 55 eine externe Spannungsquelle angeschlossen. Hierbei muss eine mögliche Verpolung berücksichtigt werden. Bei richtiger Polung wird über den DC/DC-Konverter 54 der Ultra Cap 44 aufgeladen. In diesem Fall wird beim Starten die Motorsteuerung 49 vom Speicher 44 versorgt, damit beim Starten die Motorsteuerung funktionsfähig ist. Der Speicher 56 ist, insbesondere bei elektromagnetischer Ventilsteuerung für den impulsartigen Betrieb der Aktuatoren notwendig. Zum Starten ist der Schalter S_G geöffnet, um zu verhindern, dass die Ladung in das 42 V-Netz gelangt.

[0054] Läuft der Motor und es wird Generatorstrom geliefert, so erfolgt ein Umschalten mittels des Schalters S_G auf Bordnetzversorgung.

[0055] Auch ist es denkbar das 12 V-Netz direkt vom Speicher 44, z. B. im Spannungsbereich 18–12 V zu versorgen. Dazu ist die gestrichelte eingezeichnete Verbindung mit Schalter S_L oder ein entsprechender Mosfet notwendig.

[0056] Weiterhin kann bereits während der Ladung und Entladung des Ultra Caps 44 das 12 V-Bordnetz über den Gleichspannungskonverter 46 mit variabler Tiefsetzung im Bereich 16–30 V mit der Spannung des Ultra Cap 44 versorgt werden. Hierzu kann ein nicht gezeigter Schalter vor dem Konverter 46 von 42 V-Versorgung auf Ultra Cap umgeschaltet werden.

[0057] Für das Powermanagement 50 ist es notwendig, die Messgrößen Spannung und Strom zu verarbeiten. Des-

halb ist ein strommessendes Element 57 vorgesehen. Die entsprechenden, nicht vollständig eingezeichneten Messstellen, sind mit Pfeilen 58 markiert, ebenso die entsprechenden Eingänge zum Powermanagement 50.

[0058] Bei dieser Schaltung der Rekuperation ist berücksichtigt, dass bei kurz hintereinander folgenden Bremsungen der Speicher 44 möglichst häufig genutzt wird, wozu er aufnahmefähig sein soll. Daher wird auch im normalen Fahrbetrieb die Energie möglichst bald wieder entladen. Da häufig nach Abbremsungen sich ein Fahren mit konstanter Geschwindigkeit anschließt und der elektrische Antrieb dabei eingesetzt wird, wird hierdurch der elektrische Antrieb des Verbrennungsmotors stark entlastet. Findet anschließend eine Beschleunigung des Fahrzeugs statt, so kann bei vorausgegangener Konstantfahrt im Grenzfall bei bereits leerem Speicher 4 kein elektrischer Zusatzantrieb genutzt werden, um den Verbrennungsmotor zu unterstützen (kein Boosten).

[0059] Sollte dieses Boosten auch hier erwünscht sein, so könnte wie in Fig. 6 gezeigt ein zweiter Speicher 44a vorgesehen werden, welcher für diesen Fall des Boostbetriebs immer geladen ist. Hier erfolgt die Schaltung über S_R und S_G .

[0060] Auch ist es denkbar einen Speicher größerer Kapazität einzusetzen, der so gesteuert wird, dass er durch den elektrischen Antrieb nur auf ca. 60% entladen wird und die Restladung für Boosten zur Verfügung steht. Der Nachteil besteht darin, dass hier die Spannung im Vergleich zum getrennten Boostspeicher geringer ist.

[0061] Es wurde oben erläutert, dass der Schalter S_G beim Entladen des Ultra Cap 44 zwecks Antreiben des ISG 41 geöffnet wird. In der Aufladephase des Ultra Cap 44 kann man alternativ wie folgt verfahren:

- man öffnet S_G , wenn der Generatorstrom für eine kurze Zeit auf einen kleinen Wert abgesunken ist und schließt danach S_R , so dass der Generatorstrom voll zum Ultra Cap gelangt.
- man bildet den Schalter S_G als Diode oder als steuerbare Einheit, z. B. als Mosfet aus, so dass kein Rückstromen der Ladung der Batterie 42 zum Ultra Cap 44 möglich ist. Auch hier kann man beim Laden den Mosfet öffnen und S_R schließen. Hier treten in der Diode, bzw. dem Mosfet, elektrische Verluste auf.
- man überbrückt den Schalter S_G mit einer steuerbaren Einheit, z. B. einem Mosfet 53. Ist hier S_G während der Ladung geöffnet, so entsteht nur während dieser Phase der Aufladung Verlustleistung im Mosfet. Im Normalfall bei Versorgung des Bordnetzes durch den Generator ISG ist S_G geschlossen, so dass nur sehr geringe Verluste entstehen.

[0062] Das vorgeschlagene Speicherkonzept ist auch bei einem ausschließlich 42 V-Bordnetz entsprechend Fig. 7 anwendbar. Die Schaltung des Ultra Cap ist identisch.

[0063] Es fehlt nur die 12 V-Batterie. Wegen der oben genannten Fakten ist der Fremdstart über 12 V-Stützpunkt 56' und den Gleichspannungskonverter 54' möglich. Die Speicherladung erfolgt wie in Fig. 1.

[0064] Alternativ wäre auch ein Fremdstart über 42 V möglich. Die Schalter S_R und S_G können über entsprechende Relais als einfacher Verpolschutz verwendet werden.

[0065] Fig. 8 entspricht weitgehend der Fig. 6. Um die Unterbrechung der Stromzuführung durch den Generator während der Rekuperation zu vermeiden, ist hier ein zweikanaliger ISG 41' mit 2-kanaligem Pulswechselrichter vorgesehen. Hierbei erfolgt die Rekuperation und der Start über einen getrennten Kanal 45'. Außerdem ist es denkbar über einen zusätzlichen Schalter S_{G1} außerhalb der Rekuperation

beide Kanäle zusammen zu schalten. Dieselbe Schaltung ist auch in Fig. 7 nur für 42 V-Netz möglich.

[0066] Anstelle des Doppelschichtkondensators 4 ist auch eine andere Technologie des Speicherns möglich, welche folgende Forderungen erfüllt:

- guter Wirkungsgrad beim Laden und Entladen
- hochzyklenfest (>300 000)
- akzeptable Baugröße, Gewicht und Volumen.

[0067] Die Verwendung des Ultra Cap oder eines entsprechenden Speichers zur Rekuperation und zum Starten entlastet die konventionelle Batterie sehr stark, so dass für diese kleinere Baugrößen möglich sind. Auch sind neue Batterietechnologien anwendbar, da der kleine Innenwiderstand zum Starten mit der hohen Strombelastung nicht mehr notwendig ist.

[0068] Die Schalter S_R , S_G , S_M , S_L können Halbleiterschalter sein, vorzugsweise sind es Relais.

[0069] Die Ausbildung der Fig. 9 unterscheidet sich von der der Fig. 1 dadurch, dass die Batterie 3 als Doppelbatterie 63a und 63b ausgebildet ist. Den Batterien sind je ein Gleichspannungskonverter 66a und 66b zugeordnet, deren Ausgänge, bzw. Eingänge zum, bzw. vom Schalter 72 parallelgeschaltet sind. Man kann durch Schalter S_{B1} und S_{B1}' die beiden Batterien 63a und 63b in Reihe schalten und deren Spannung über einen Schalter S_{B2} direkt an den Startergenerator 61 anlegen. Hiermit kann bei Ausfall des Energiespeichers 64 der Startergenerator 61 mit einer 24 V-Batterie zumindest bei nicht zu tiefen Temperaturen gestartet, bzw. der Elektromotor des Startergenerators 61 z. B. zum Stop- and Go-Betrieb angetrieben werden. Auch könnte man bei Ausfall des Gleichspannungskonverters 66a/66b über diese Verbindung und den Schalter 75 den Energiespeicher neu laden.

[0070] In Fig. 9 sind den beiden Batterien 63a und 63b getrennte Gruppen von Verbrauchern IIa und IIb zugeordnet. Die beiden Batterien können durch einen Schalter S_P parallel geschaltet werden.

[0071] Wenn die elektrische Servolenkung ESP im Verbraucherkreis zum Einsatz kommt, und gleichzeitig der Energiespeicher 64 im Bremsfall geladen wird oder zur Antriebsunterstützung entladen wird, so kann die Servolenkung, die hohe Leistung erfordert, nicht ausreichend versorgt werden. Es wird hierfür ein steuerbarer Schalter 76, z. B. ein Mosfet in eine Verbindungsleitung zwischen Energiespeicher 64 und die Servolenkung ESP eingeschaltet, der dann auf Durchlass geschaltet wird. Man kann in diesem Fall den DC-Konverter auch kurzzeitig überlasten.

[0072] Man wird vorzugsweise Verbraucher mit hoher Ruhestrompriorität, z. B. die Diebstahlsicherung dem Verbraucherkreis I zuordnen.

[0073] In Fig. 10 ist ein alternativer Aufbau des Antriebs gezeigt. Hier sind nur 14 V-Verbraucher 80 und 81 vorgesehen. Der Energiespeicher 84 ist auch hier im Bereich von 12 bis höheren Spannungen z. B. 48 V aufladbar, das heißt, dass die oben erwähnten Vorteile des mit hoher Spannungsdifferenz arbeitenden Energiespeichers 84 nämlich die Speicherung einer größeren Energiemenge auch hier vorliegen. Die Versorgung des 14 V-Bordnetzes 80 und 81 und das Aufladen der Batterie 83, wenn notwendig erfolgt bei geschlossenem Schalter S_g direkt von Startergenerator 85, wozu dieser entsprechend umgeschaltet wird. Sie kann jedoch auch zeit- und /oder teilweise vom Energiespeicher 84 über einen Spannungskonverter 86 erfolgen, wenn ein Schalter 87 geschlossen ist, bzw. bei nicht vorhandenem Schalter 87 der Spannungskonverter 86 entsprechend geschaltet wird. Dies kann auch schon während des Aufladens des Energiespeichers 84 im Verzögerungs- bzw. Bremsfall

erfolgen.

[0074] Auch bei diesem Ausführungsbeispiel kann man von dem Vorhandensein zweier Bordnetze sprechen, wobei in das Hochspannungsbordnetz nur der Energiespeicher einbezogen ist.

[0075] Der Witz besteht, wie gesagt, darin, dass durch den großen Spannungsbereich eine größere Energie gespeichert wird. Daher wird dieser Spannungsbereich vorwiegend zur Rekuperation genutzt. Damit in der Rekuperationsphase die Batterie 83 nicht so stark beansprucht wird, kann man die Batterie 83 durch den Spannungskonverter 86 entlasten, indem man vom Energiespeicher mit variablem Übersetzungsverhältnis das 14 V-Bordnetz versorgt.

Patentansprüche

1. Antrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, einem integriertem Startergenerator (1) einem Hochspannungsbordnetz (5) einem Energiespeicher (4) wenigstens einer Batterie (3), dadurch gekennzeichnet, dass Schaltelemente (1a, 2, 12, 15) und eine Steuerung (10) vorgesehen sind, die in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Fahrzeug und/oder der Ladung oder der Spannung des Energiespeichers (4) umschalten zwischen Laden des Energiespeichers (4) durch den Startergenerator (1) Betrieb des Startergenerators (1) als Antriebsmotor gespeist vom Energiespeicher (4) und Versorgung des Hochspannungsnetzes (5) vom als Generator arbeitenden Startergenerator (1) oder Versorgung des Hochspannungsnetzes durch die Batterie (3).
2. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (4) beim Bremsen oder Verzögern des Fahrzeugs geladen wird.
3. Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Startergenerator (1) als Antriebsmotor zur Fahrunterstützung des Verbrennungsmotors während des Fahrbetriebs genutzt wird.
4. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Startergenerator (1) als zusätzlicher Antriebsmotor beim schnellen Anfahren ausgenutzt wird.
5. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Startergenerator (1) als alleiniger Antriebsmotor bei Stop- and Go-Betrieb durch Speisung durch den Energiespeicher oder die Batterie genutzt wird.
6. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Batterie eine Niederspannungsbatterie (3) ist, die über einen Gleichspannungskonverter (6) mit dem Hochspannungsbordnetz (5) verbunden ist.
7. Antrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang des Gleichspannungskonverters (6) an den Energiespeicher (4) zu dessen Ladung anschaltbar ist.
8. Antrieb nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Niederspannungsbatterie (3) über den Gleichspannungskonverter (6) vom Hochspannungsnetz (5) her aufladbar ist.
9. Antrieb nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Verbrauchern (8; 7a, 7b) teilweise dem Niederspannungsnetz und teilweise dem Hochspannungsnetz (5) zugeordnet sind.

10. Antrieb nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbraucher (7a, 7b) des Hochspannungsnetzes wenigstens teilweise und/oder gegebenenfalls zeitweise vom Energiespeicher (4) versorgt werden.
11. Antrieb nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbraucher (8) des Niederspannungsnetzes wenigstens teilweise und gegebenenfalls die Batterie (3) über den Gleichspannungskonverter (6) vom Hochspannungsnetz (5) versorgt, bzw. aufgeladen werden.
12. Antrieb nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbraucher (8) des Niederspannungsnetzes wenigstens teilweise und gegebenenfalls die Batterie (3) über den Gleichspannungskonverter (6) zeitweise vom Energiespeicher (4) versorgt, bzw. aufgeladen werden.
13. Antrieb nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass Verbraucher (IIa/IIb) des Niederspannungsnetzes bei niedrigem Ladezustand der Batterie (63) wenigstens teilweise abgeschaltet werden.
14. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Batterie aus zwei Batterien (63a, 63b) besteht.
15. Antrieb nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Batterie (63a, 63b) ein Gleichspannungskonverter (66a, bzw. 66b) zugeordnet ist.
16. Antrieb nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausfall eines Gleichspannungskonverters (66a oder 66b), die Batterien (63a und 63b) parallel geschaltet mit den andern (66b oder 66a) verbunden werden.
17. Antrieb nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausfall einer Batterie (63a, bzw. 63b) die intakte Batterie (63b oder 63a) mit beiden Gleichspannungskonvertern (66a und 66b) verbunden wird.
18. Antrieb nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbraucher des Niederspannungsnetzes in zwei Gruppen (IIa/IIb) unterteilt sind, von denen die eine Gruppe (IIa) abschaltbar ist.
19. Antrieb nach Anspruch 16 oder 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Gruppen von Verbrauchern (IIa und IIb) parallelgeschaltet werden.
20. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zum Starten des Verbrennungsmotors der Startergenerator (1) mit dem Energiespeicher (4) verbunden wird.
21. Antrieb nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausfall der normalen Startmöglichkeit mittels des Energiespeichers (64) die beiden Batterien (63a und 63b) in Reihe geschaltet mit dem Startergenerator (61) verbunden werden.
22. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel (1a, 2, 12, 15) und die Steuerung (10) nach Erreichen einer vorgegebenen, abgesunkenen Spannung oder Ladung des Energiespeichers (4) während der Verbrauchsphase des Antriebsmotors diesen vom Energiespeicher (4) trennen und die Generatorfunktion des Startergenerators (1) im Bordnetz (5) wirksam machen.
23. Antrieb nach einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Startergenerator (61) zeitweise durch die in Reihe geschalteten Batterien (63a und 63b) als Antriebsmotor angetrieben wird.
24. Antrieb nach einem der Ansprüche 9 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbraucher (I) mit ho-

- her Ruhestrompriorität dem Hochspannungsbordnetz (65) zugeordnet sind.
25. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während des Fahrbetriebs die gespeicherte Energie zumindest zeitweise einem Bordnetz zugeführt wird.
26. Antrieb nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung von zwei Bordnetzen mit unterschiedlicher Spannung die Speicherenergie dem Bordnetz (5) mit der höheren Spannung zugeführt wird.
27. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung von zwei Bordnetzen mit unterschiedlicher Spannung bereits während der Ladung und der Entladung des Energiespeichers (4) das Bordnetz mit der niedrigeren Spannung vom Energiespeicher (4) versorgt wird.
28. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Antriebsphase des Startergenerators (1) durch die Energie des Energiespeichers (4) das Bordnetz (5) vom Energiespeicher (4) abgeschaltet ist.
29. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (10) die Schaltelemente (S_A , S_G) derart steuert, dass bei Fahrzeugstillstand der Energiespeicher (4) von der Batterie (3) weitgehend aufgeladen wird.
30. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass zum Energiespeicher (4) ein zweiter Energiespeicher (4a) parallel geschaltet ist und dass die Energie eines dieser Energiespeicher (4 oder 4a) nur zum Beschleunigen (Boosten) verwendet wird.
31. Antrieb nach Anspruch 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung derart ausgelegt ist, dass der Energiespeicher (4) eine Restladung für eine folgende Beschleunigungsphase behält.
32. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Startergenerator (1) zwei Ausgangskanäle (5, 5') aufweist, von denen einer (5) zum Bordnetz und der andere (5') zum Energiespeicher (4) führt.
33. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass zum Notstart ein Fremdstützpunkt (16) mit der niedrigen Spannung vorgesehen ist.
34. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass zum Notstart ein Fremdstützpunkt mit der höheren Spannung vorgesehen ist.
35. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (4) ein Doppelschichtkondensator, vorzugsweise mit geringen Innenwiderstand, insbesondere ein Ultra Cap ist.
36. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher auf eine kleinere Spannung (z. B. 30 V) als die Spannung des ersten Bordnetzes dimensioniert ist.
37. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (4) auf eine geringe Speicherkapazität ausgelegt ist.
38. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass während der Aufladung des Energiespeichers (4) während der Rekuperation Verbraucher abgeschaltet und/oder gedrosselt versorgt wird.
39. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (10) als Ruhestrommanagement während einer längeren Stillstandszeit des Fahrzeuges abhängig vom Ladezustand

der Batterien (2, 3) die Ruhestromverbraucher in einer Prioritätsfolge abschaltet oder den Ruhestromverbrauch durch eine größere Weckzyklenzeit reduziert.

40. Antrieb nach einem der Ansprüche 6 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Bordnetze (45, 45a) eine Batterie (42, 43) aufweist.

41. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bordnetz (88) in das die Verbraucher (80, 81) einbezogen sind, ein Niederspannungsbordnetz ist.

42. Antrieb nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass das Bordnetz (88) wenigstens teil- und/oder zeitweise vom Energiespeicher (84) über einen Spannungskonverter (86) versorgt wird.

43. Antrieb nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass das Bordnetz (88) auch während des Ladens des Energiespeichers (84) wenigstens teil- und/oder zeitweise vom Energiespeicher (84) versorgt wird.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

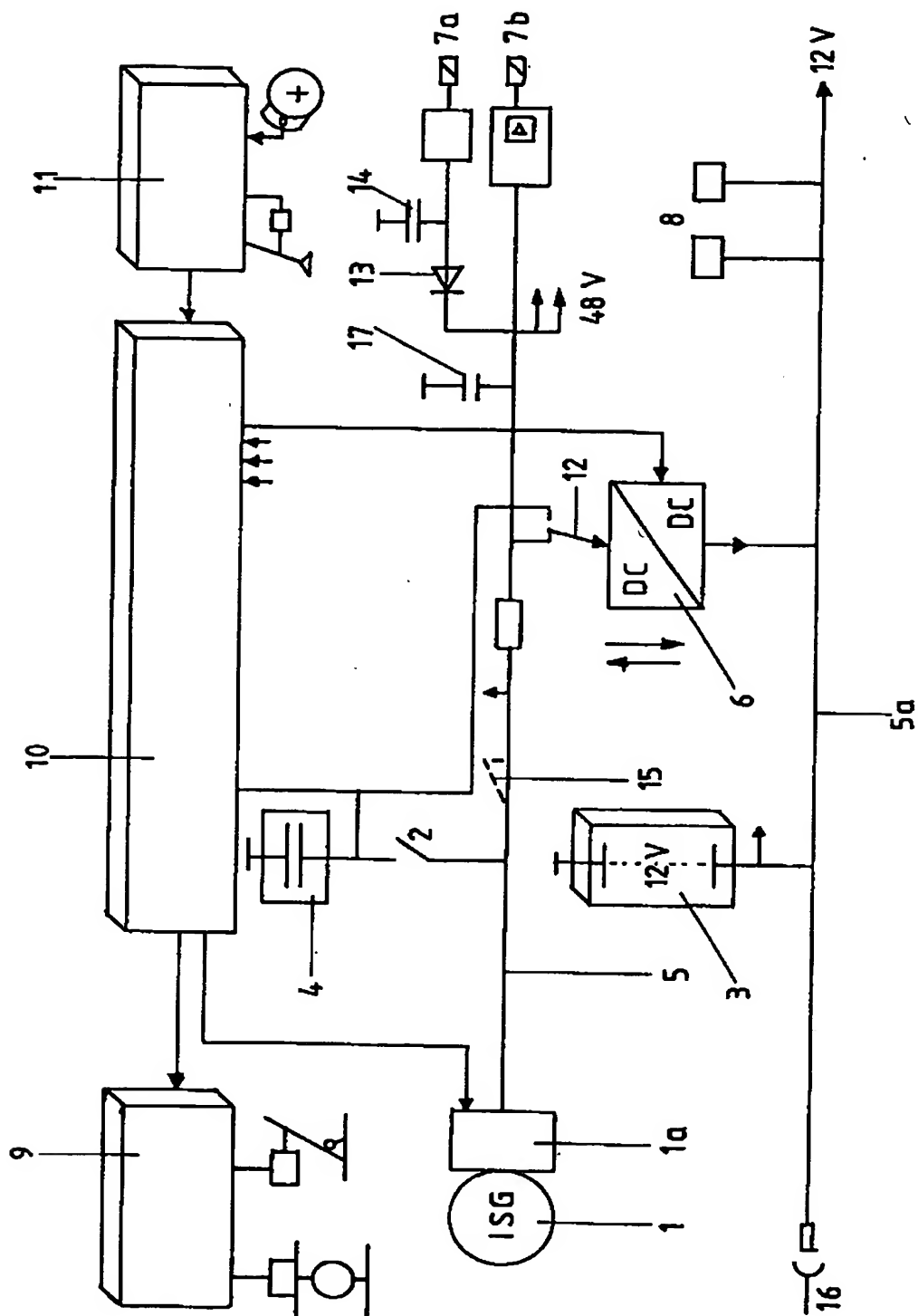


Fig.1

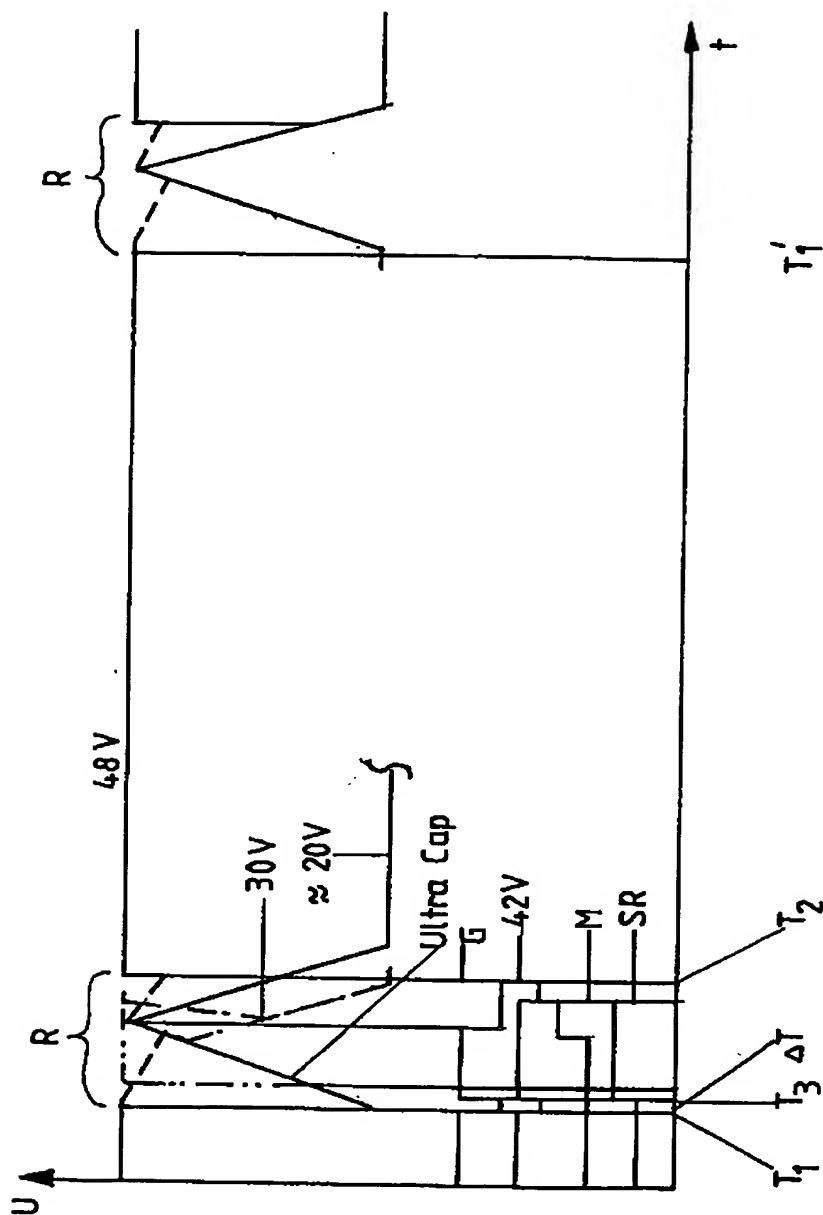


Fig. 2

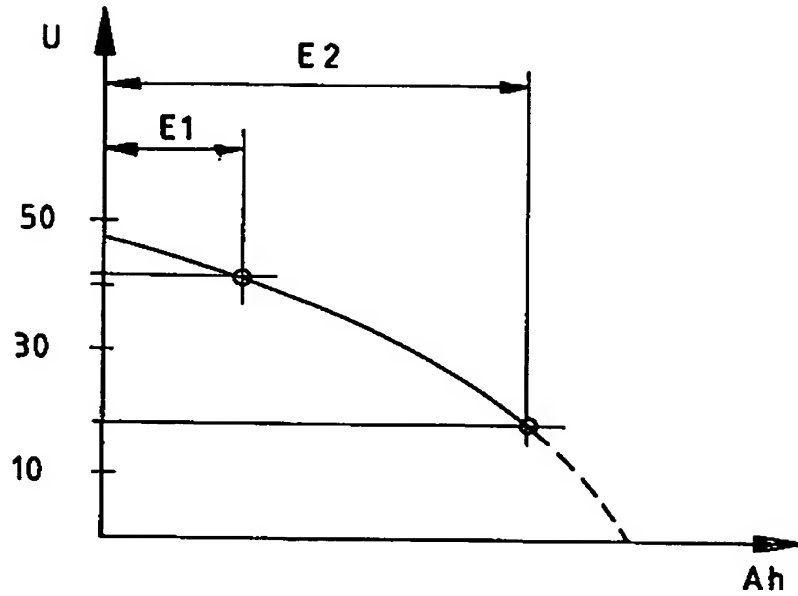


Fig. 3

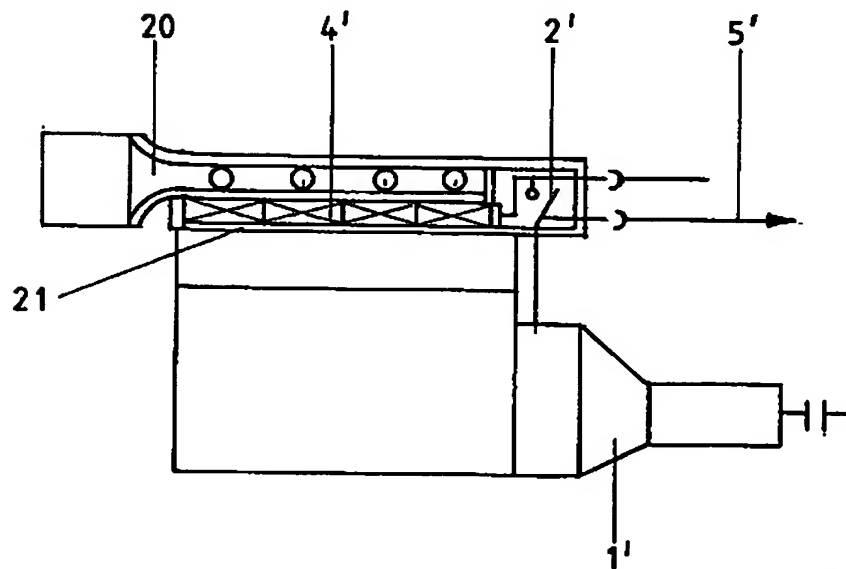
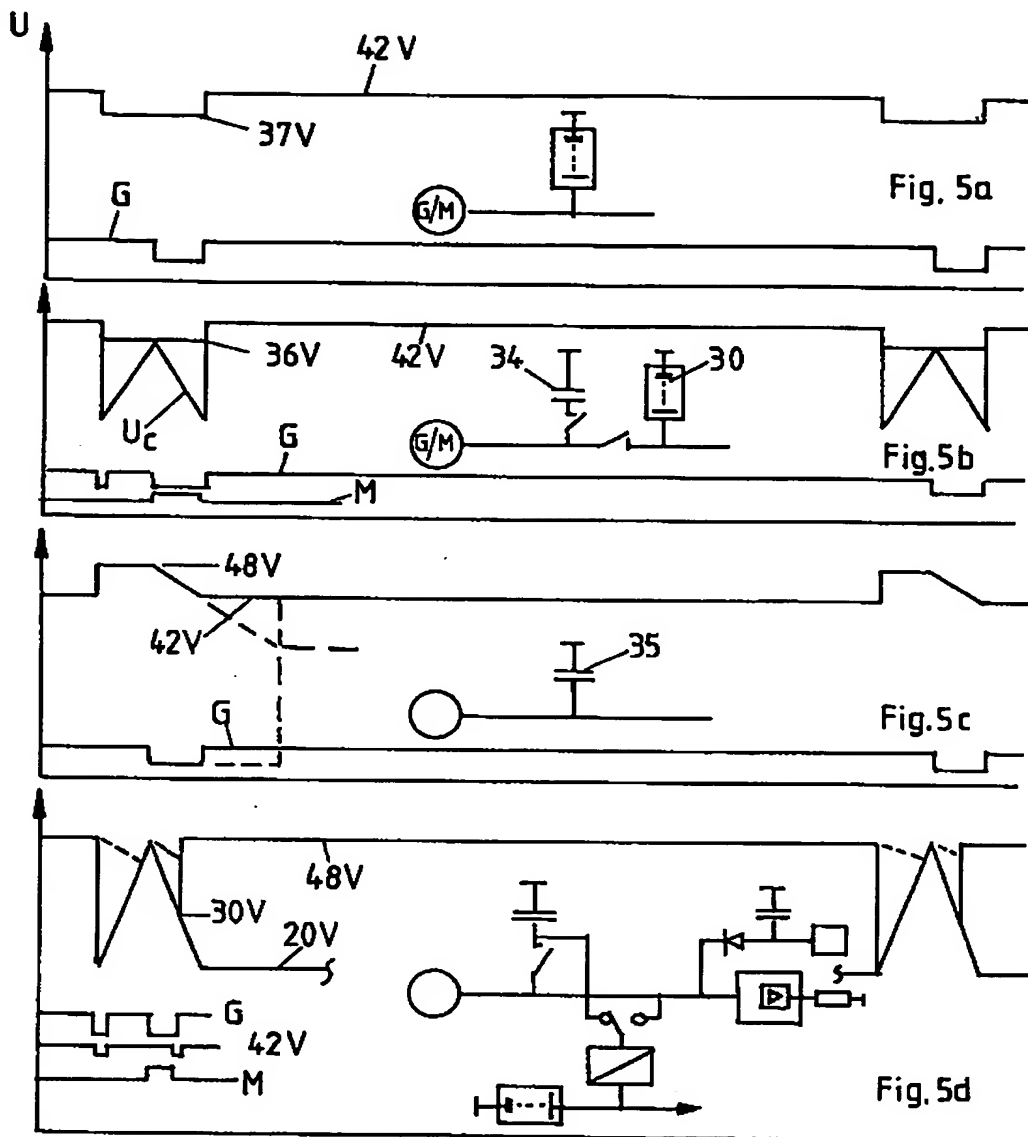


Fig. 4



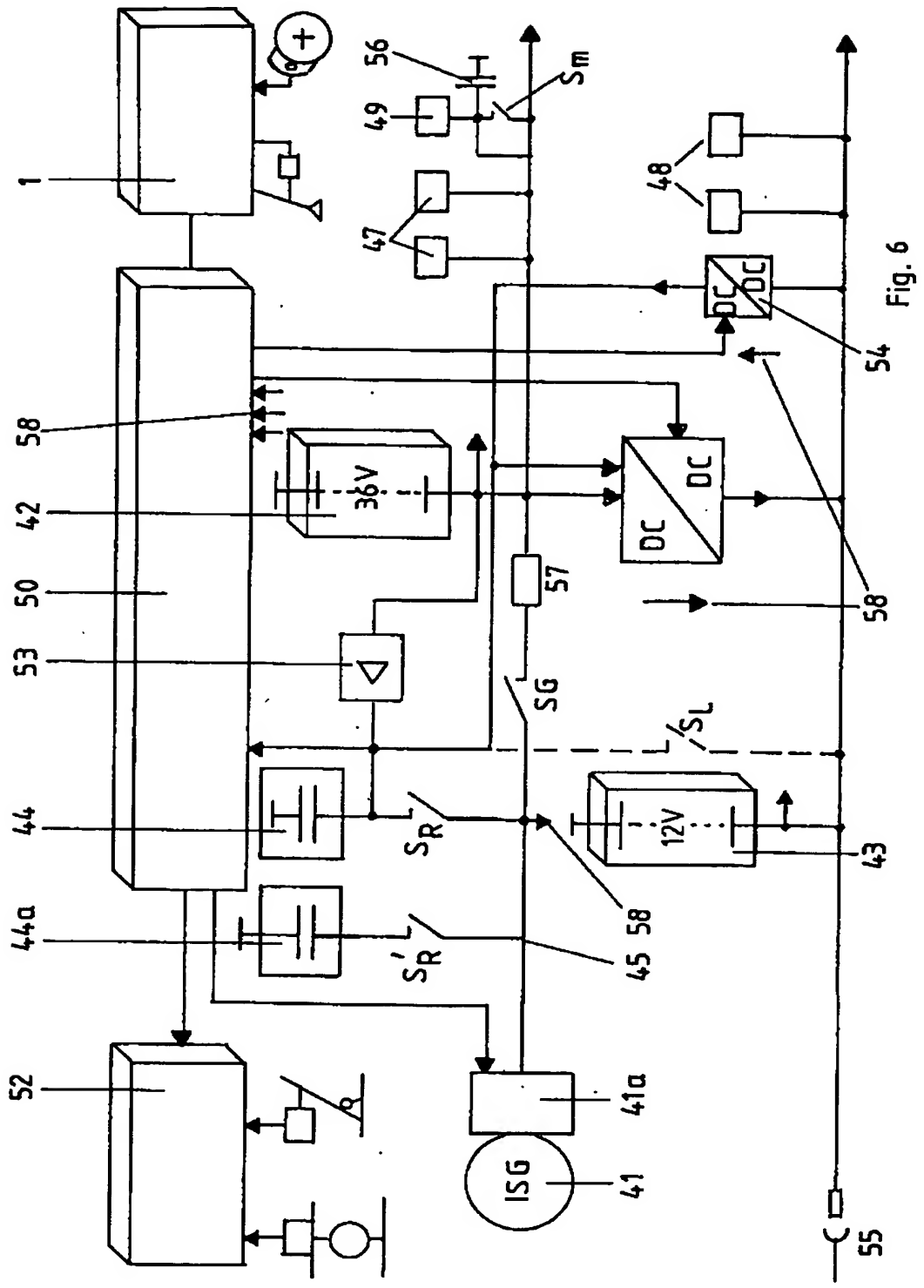


Fig. 6

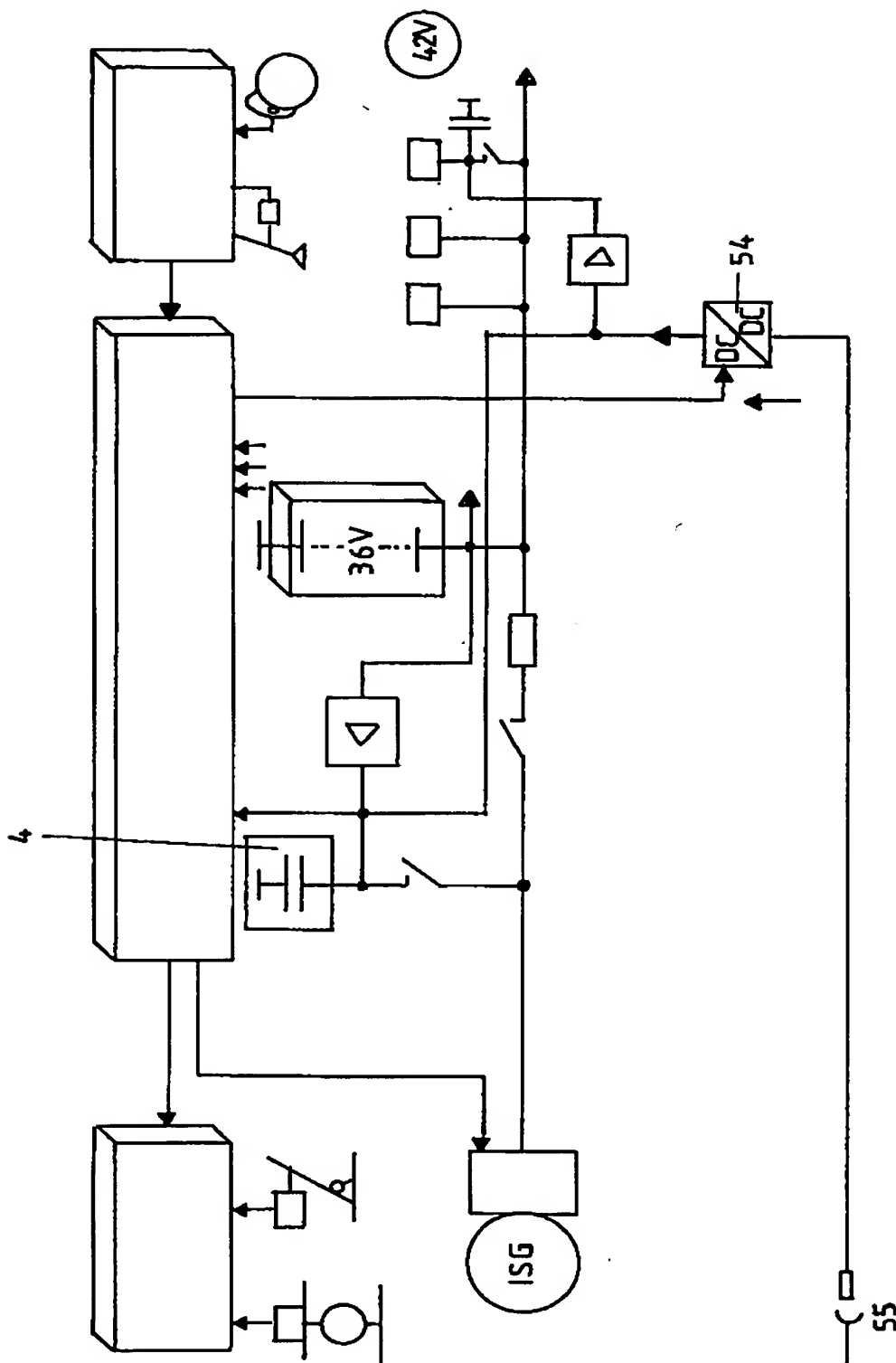


Fig.7

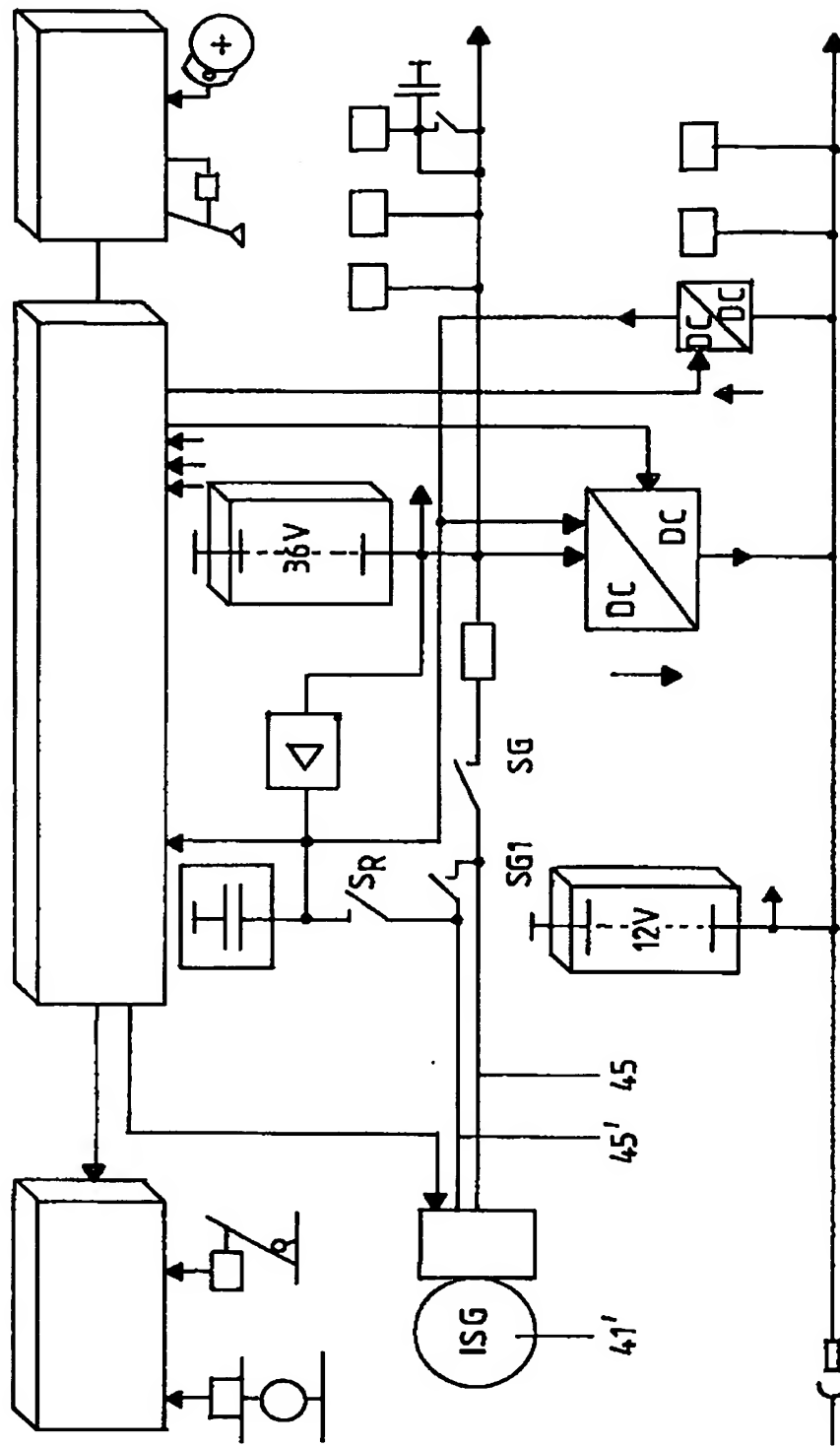


Fig. 8

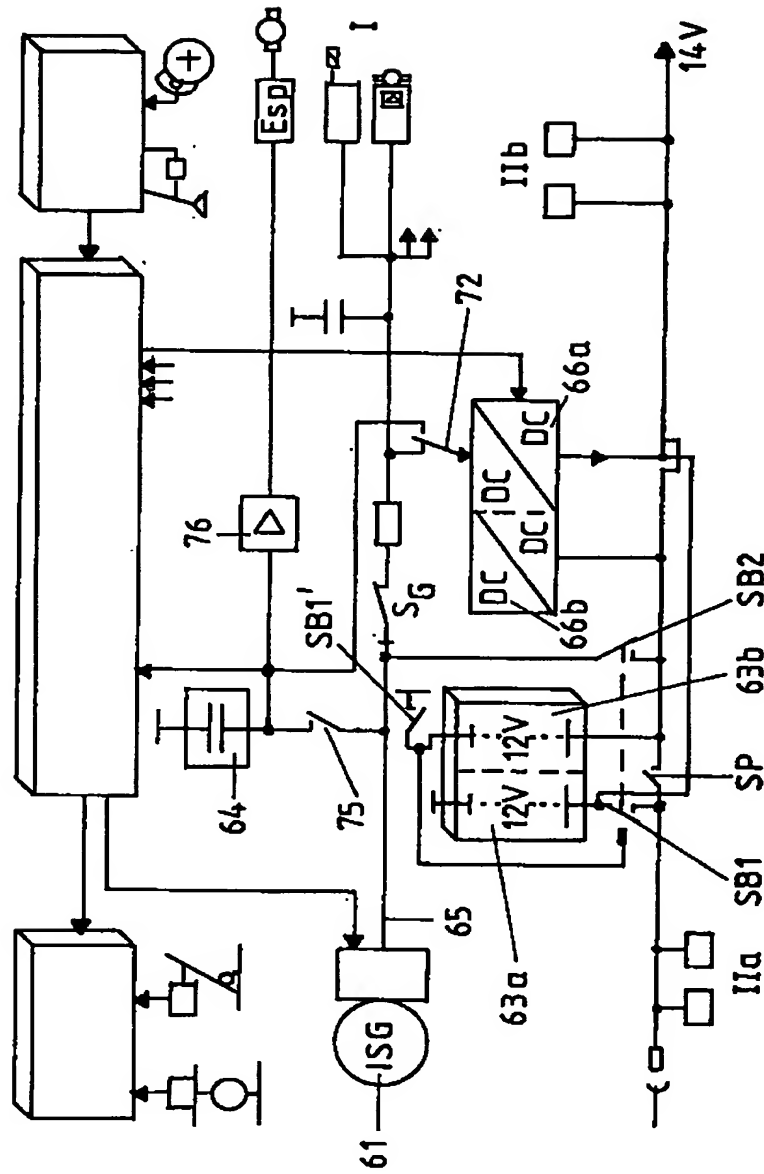


Fig. 9

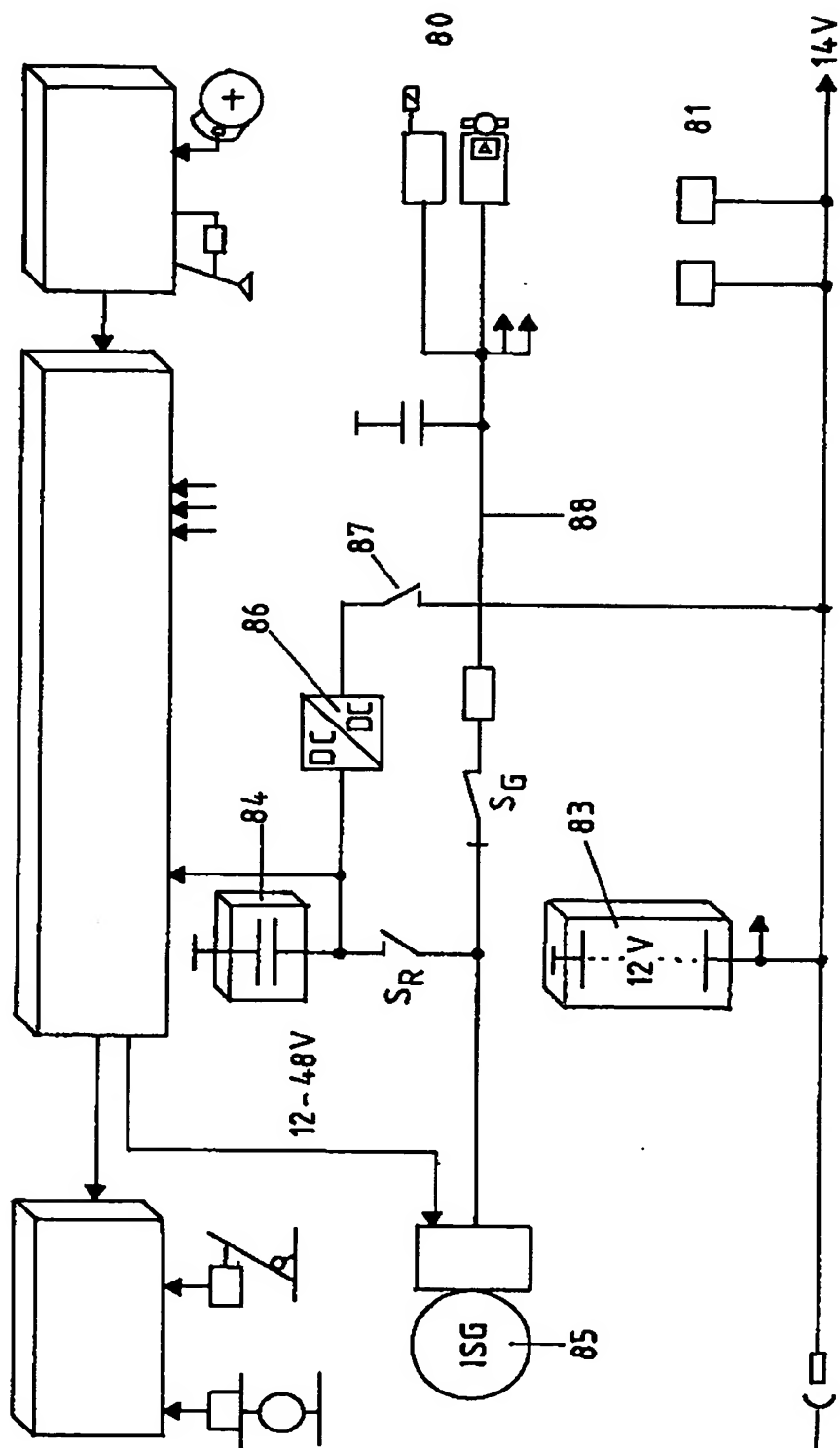


Fig. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.